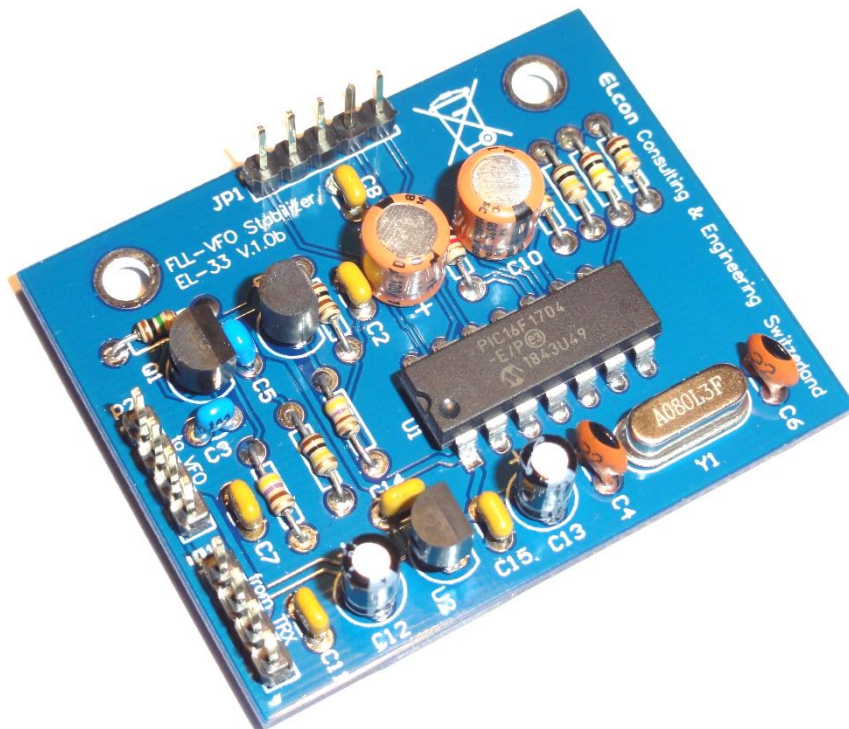


EL-33

FLL-VFO Stabilisator

für Transceiver ohne PLL- oder DDS-Frequenzaufbereitung
z.B. Yaesu FT-301D u.w.



Bau- und Funktionsbeschreibung

Version 1.0c

7. Juni 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Funktionsweise	3
2.1	Der Frequency Locked Loop (FLL)	3
3	Zusammenbau des Moduls.....	6
3.1	Bauteileliste.....	7
3.2	Bestücken der Platine.....	9
4	Umbau des FT-301D	10
4.1	Vorbereitung des FT-301D	10
4.2	Einbau des Moduls.....	12
4.3	CLAR Potentiometer Drehrichtung umkehren.....	14
5	Betrieb.....	15
6	Anhang.....	15
6.1	Spezifikationen.....	15
6.2	Lineale	15
6.3	Reparatur / Garantie.....	16
6.4	Haftung	16
6.5	Schema.....	17
6.6	Leiterplattenbestückung	17



Wichtig! Hinweise oder Tipps für die korrekte Funktion des EL-33.



Vorsicht! Unbedingt beachten.

1 Einleitung

Viele Funkamateure nutzen noch ältere Funkgeräte welche keine moderne Frequenzsynthesizer haben. Heutige digitale Betriebsarten verlangen jedoch eine Frequenzstabilität, welche nur moderne Transceiver aufweisen.

Meist ist ein freischwingender Oszillator (VFO, Variable Frequency Oscillator) der Grund für die grosse Frequenzdrift. Die Ursache kann die ungenügende Spannungsstabilisierung für den VFO sein, meist jedoch ist die schwankende Temperatur Grund für die Drift von mehreren 100 Hz.

Das EL-33 Modul ist grundsätzlich für alle Funkgeräte mit freischwingendem VFO entwickelt worden, passt jedoch speziell zum Einbau in den Transceiver Yaesu FT-301D.

2 Funktionsweise

Das langsame Weglaufen der Frequenz nennt man Frequenzdrift. Mit Hilfe von Regelschaltungen (temperature controlled crystal oscillator, TCXO) oder durch Einbau eines Quarzes in Thermostaten (oven controlled crystal oscillator, OCXO) kann man ausserordentlich langzeitstabile Oszillatoren bauen.

Leider entspricht die Performance des VFOs im FT-301D nicht derjenigen von modernen DDS Oszillatoren in heutigen kommerziellen Amateurfunkgeräten. Wir können nicht den gesamten Transceiver neu entwickeln, sondern wollen die Frequenzstabilität des VFOs mit einer relativ einfachen Zusatzschaltung quarzstabil machen.

Die Entwicklung eines frequenzstabilen VFOs ist schwierig, denn schon eine Ausgangsleistung von mehr als 1mW erzeugt in den Transistoren so viel Wärme, dass dies langfristig die Frequenzdrift unterstützt.

Die Gründe für die Frequenzdrift sind vielfältig. Besonders stark wirkt sich die Temperatur auf die Kapazitäts-Diode aus, die für die "Clarifier" Funktion eingesetzt wird, und damit auf den Stabilitätsfaktor des gesamten Oszillators. Eine Temperaturänderung verändert die Diodenkapazität ebenso, wie wenn sich die Vorspannung an diesen Dioden ändert. Es kommt zu einer Änderung der Junction-Temperatur und damit zu einer Drift.

Wie Sie noch sehen werden, ist diese Kapazitätsdiode nicht nur schlecht, sondern verändert sich mit unserer VFO-Stabilisierung in ein dafür nützliches Bauteil.

2.1 Der Frequency Locked Loop (FLL)

Ein Frequency-Locked-Loop (FLL) ist ein elektronisches Steuerungssystem, das ein Signal erzeugt, das auf die Frequenz eines Eingangs- oder Referenzsignals eingestellt ist. Diese Schaltung vergleicht die Frequenz eines gesteuerten Oszillators mit der Referenz und erhöht oder senkt die Frequenz des Oszillators automatisch, bis seine Frequenz (aber nicht unbedingt seine Phase) mit der Referenz übereinstimmt.

Solche Schaltungen werden als Frequenzverdoppler, zur FM-Demodulation und zu Stabilisierung von RC-Oszillatoren eingesetzt.

Wir wollen mit dieser Schaltungstechnik unseren stark driftenden VFO des FT-301 stabilisieren.

Das Blockschaltbild des FFL sehen Sie in Abbildung 1.

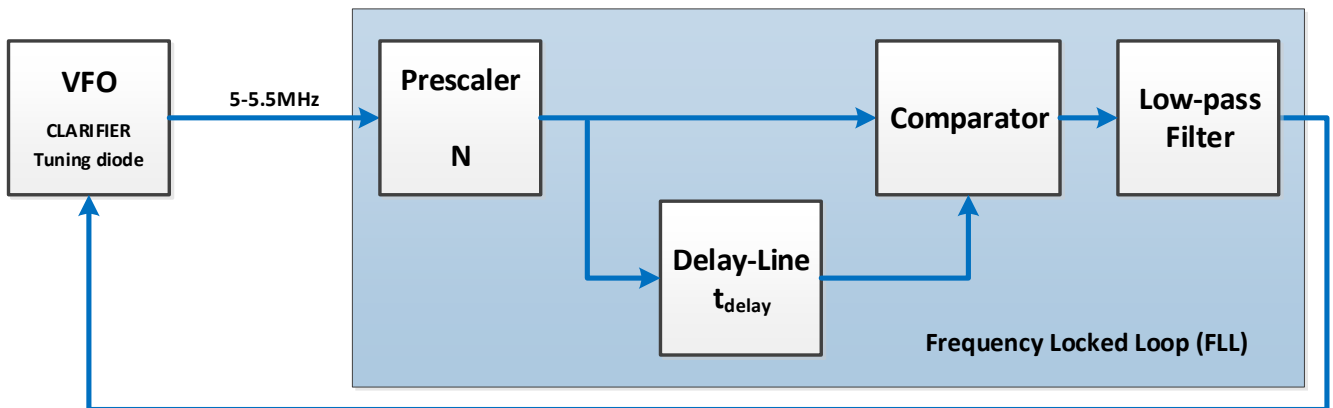


Abbildung 1

Die Schaltung besitzt einen Regelkreis mit negativer Rückkopplung, der auf den VFO wirkt. Zur Frequenzkorrektur wird die im VFO eingebaute Kapazitätsdiode (primär für CLARIFIER) mitbenutzt.

Das Eingangssignal des FLL ist die VFO-Frequenz. Der Vorteiler dient nur dazu, ein symmetrisches Rechtecksignal zu erzeugen, das mit einem modernen Mikrocontroller verarbeitet werden kann. Dieses Frequenz-Signal wird mit dem identischen, jedoch um t_{delay} verzögerten Signal verglichen. Der Komparator erzeugt ein Korrektursignal, das anschliessend über ein Tiefpassfilter die Frequenz des VFOs regelt. Da die Signale über vollständige Zyklen gemittelt werden, ist der Ausgang des FLL phasenunabhängig.

Der FLL rastet bei jedem lockup point $= f_{VFO} + n \cdot f_{step}$ ein. Das hat den Vorteil, dass der FLL sofort den VFO wieder stabilisiert, nachdem am VFO-Abstimmknopf nicht mehr gedreht wird.

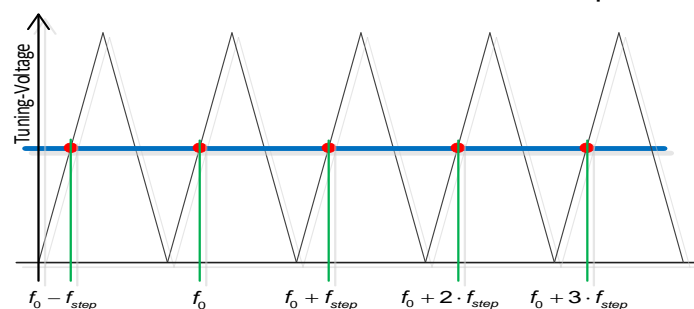


Abbildung 2

Wenn z.B. $t_{delay} = 0.2s$ und $N=2$ betragen, dann wird die FLL-Schrittgrösse $f_{step} = 10Hz$ betragen. Mathematisch hergeleitet kann die Einrast- Schrittgrösse (lockup point) wie folgt berechnet werden:

$$f_{step} = \frac{N}{t_{delay}}$$

Eine Herleitung bleibt dem Leser als Übung überlassen.

Die Einrast-Schrittfrequenz ist unabhängig von der FLL-Eingangsfrequenz und somit über den ganzen VFO-Bereich konstant.

Der FFL ist gegenüber einer PLL-Schaltung (Phase Locked Loop) sehr schnell, weil nicht auf die Phasenlage, sondern auf die Frequenz korrigiert wird.

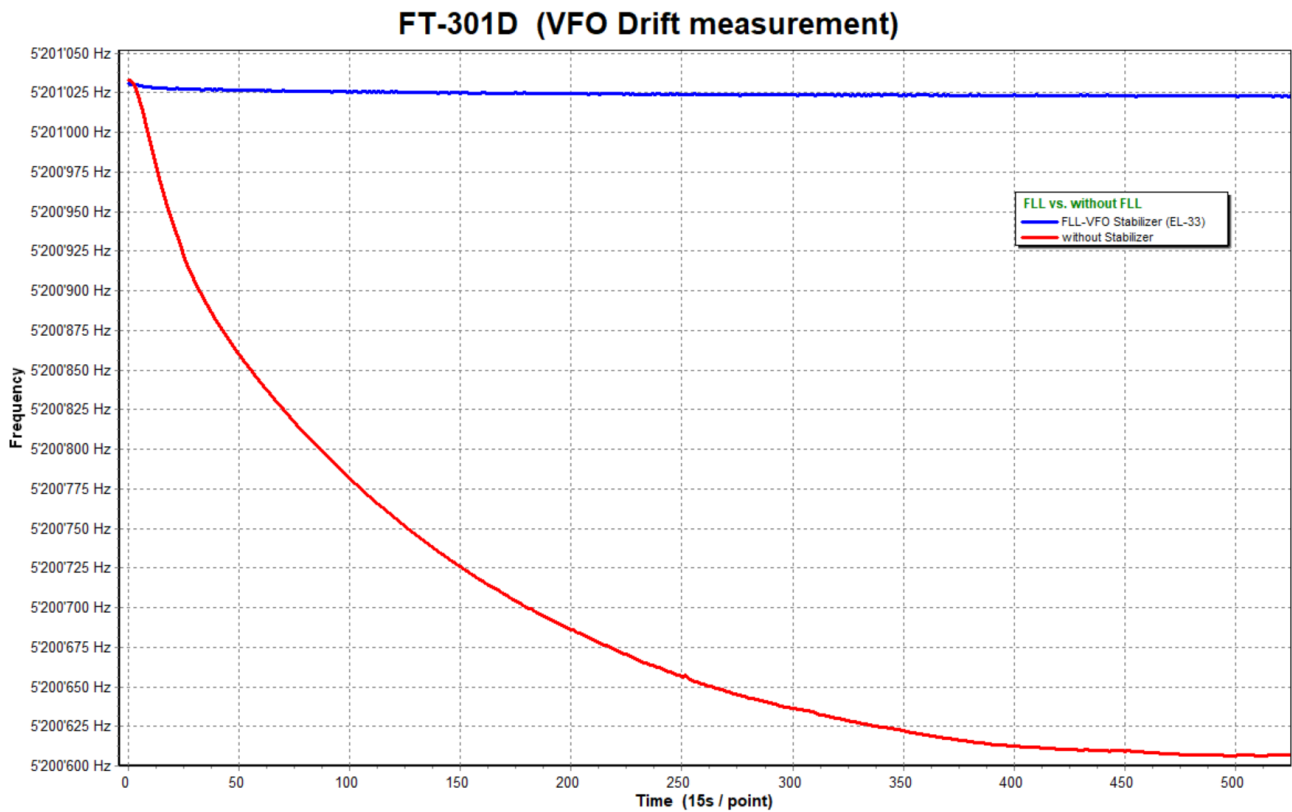


Abbildung 3

Die Wirkung des FLL-VFO Stabilisators sehen Sie in Abbildung 3. Gemessen wurde ab dem Einschalten des FT-301D über einen Zeitraum von ca. 2h (525 x 15s). Ohne Stabilisierung driftet der VFO ca. 425Hz. Eine so starke Drift ist äusserst störend bei CW- oder SSB-Betrieb, und digitale Modi sind undenkbar.

3 Zusammenbau des Moduls

Für den Zusammenbau benötigen Sie folgendes Werkzeug und Zusatzmaterial:

- ◆ Stiftlötkolben 50 bis 80W
- ◆ Lötzinn Ø 0.5mm mit Flussmittelkern
- ◆ kleine Spitzzange
- ◆ feiner Seitenschneider

Es empfiehlt sich, diese Dokumentation genau zu studieren und auszudrucken, denn es ist eine sichere Referenz, wenn Sie das Modul zusammenbauen und erlaubt Ihnen die Kontrolle jedes gemachten Schrittes.

Stellen Sie sicher, dass der Arbeitsplatz frei von statischen Aufladungen ist, damit der bereits eingelötete und programmierte Mikrocontroller nicht beschädigt wird. Hilfreich ist das Tragen eines antistatischen Armbandes. Die Abbildungen der einzelnen Bauelemente auf Seite 8 sollen Ihnen helfen, die verschiedenartigen Elemente nach Form und Farbe zu identifizieren.



Das Löten ist eine der wichtigsten Arbeiten beim Aufbau dieses Gerätes. Eine schlechte Lötstelle kann auch bei einem sorgfältig zusammengebauten Bausatz ein Funktionieren des Gerätes verunmöglichen und die ganze Freude verderben.

Es ist einfach, eine gute Lötverbindung zu schaffen, wenn folgende Regeln beachtet werden:

1. Benutzen Sie einen temperaturgeregelten Stift-Lötkolben mit ca. 50 bis 80 Watt. Eine 1 bis 2 mm breite Meissel- oder Pyramidenspitze eignet sich am besten.
2. Stellen Sie die Temperatur für bleifreies Zinn auf maximal 320°C und für bleihaltiges Zinn auf maximal 360°C ein. Zu hohe Temperaturen beschädigen die Leiterplatte.
3. Die Lötspitze muss immer sauber und gut verzinnt sein. Wischen Sie die Spitze öfters auf Edelstahlwolle ab (gibt es in jedem Supermarkt in der Putzmittelabteilung zu kaufen), nie auf einem nassen Schwamm, denn dann kühlt die Lötkolbenspitze unnötig ab und die Wärme fehlt anschliessend auf der Lötstelle.
4. Verwenden Sie keine aggressiven Lötpasten, sondern qualitativ guten Lötendraht mit einem Flussmittelkern.
5. Halten Sie die Lötkolbenspitze nur einmal, dafür lange genug (ca. 2 bis 5s) an die zu lötende Stelle, damit das Lötzinn gut fließen kann. Geben Sie während dieser Zeit ganz wenig Lot zwischen Lötstelle und -spitze.
6. Berühren Sie die Platinen nie mit den Fingern an den Lötflächen, sonst ist eine gute Lötstelle nicht mehr möglich. Sollte dies trotzdem passieren, dann reinigen Sie die Platine mit einem mit Haushaltsbenzin benetzten, fuselfreien Tuch.



Achten Sie stets darauf, dass Sie beim Löten nicht versehentlich bereits bestückte Elemente mit dem Lötkolben berühren und diese anschmoren.

Bei den Widerständen in der Bauteileliste steht auch die jeweilige Farbcodierung (siehe auch Tabelle 1). Wenn Sie nicht sicher sind im Umgang mit der Farbcodierung, ist es besser, den Widerstandswert vor dem Einlöten mit einem Ohmmeter zu messen.

Farbcodierung von Widerständen mit 4 Ringen				
Farbe	Widerstandswert in Ω			Toleranz
	1. Ring (1. Ziffer)	2. Ring (2. Ziffer)	3. Ring (Multiplikator)	4. Ring
keine	-	-	-	$\pm 20\%$
silber	-	-	$10^{-2} = 0.01$	$\pm 10\%$
gold	-	-	$10^{-1} = 0.1$	$\pm 5\%$
schwarz	-	0	$10^0 = 1$	-
braun	1	1	$10^1 = 10$	$\pm 1\%$
rot	2	2	$10^2 = 100$	$\pm 2\%$
orange	3	3	$10^3 = 1'000$	-
gelb	4	4	$10^4 = 10'000$	-
grün	5	5	$10^5 = 100'000$	$\pm 0.5\%$
blau	6	6	$10^6 = 1'000'000$	$\pm 0.25\%$
violett	7	7	$10^7 = 10'000'000$	$\pm 0.1\%$
grau	8	8	$10^8 = 100'000'000$	-
weiss	9	9	$10^9 = 1'000'000'000$	-

Tabelle 1



Beachten Sie bei allen polarisierten Bauelementen (Dioden, Elkos, usw.) die Einbau-
richtung.

3.1 Bauteileliste

EL-33 Platine

Anzahl	Bauteile Nr.	Beschreibung
1	R1	100 Ω 1/8 W (braun-schwarz-schwarz) [Bauteil 1]
2	R2, 5	470 Ω 1/8 W (gelb-violett-braun) [Bauteil 1]
1	R6	1k Ω 1/8 W (rot-schwarz-rot) [Bauteil 1]
1	R11	10k Ω 1/8 W (braun-schwarz-orange) [Bauteil 1]
4	R3, 7, 9, 10	100k Ω 1/8 W (braun-schwarz-gelb) [Bauteil 1]
2	R4, 8	1M Ω 1/8 W (braun-schwarz-grün) [Bauteil 1]
2	C4, 6	15pF Keramik bezeichnet mit 150 [Bauteil 2]
2	C3, 5	1nF Keramik bezeichnet mit 102 [Bauteil 2]
6	C2, 7, 8, 11, 14, 15	0.1 μ F Keramik bezeichnet mit 104 [Bauteil 2]
2	C12, 13	10 μ F/16V Elektrolytkondensator [Bauteil 4], Polarität beachten 100 μ F/10V Elektrolytkondensator [Bauteil 6], Polarität beachten.
2	C9, 10	<u>Achtung:</u> nicht mit den Fingern an den Anschlüssen fassen, da es spezielle "low leakage" Kondensatoren sind.
2	P1, 2	1x4 Stiftleiste [Bauteil 11]
1	JP1	1x5 Stiftleiste [Bauteil 11]
1	Q1	JFET BF256B [Bauteil 10]
1	Q2	NPN Transistor BC548C [Bauteil 10]
1	U1	Mikrocontroller PIC16F1704 I/P [Bauteil 8] programmiert
1	U2	5V LDO Spannungsregler MCP1702-5002E/TO-ND [Bauteil 9]
1	Y1	8MHz Quarz HC-49U [Bauteil 7]
1		Platine EL-33 [Bauteil 21]
8		Dupont Stecker (weiblich) [Bauteil 12]

2	Dupont Gehäuse 4-polig [Bauteil 13]
1	Lötöse abgewinkelt [Bauteil 14]
2	Schrumpfschlauch transparent 3.2mm [Bauteil 15]
2	Schrumpfschlauch schwarz 1.2mm [Bauteil 16]
2	Drahtlitze gelb 15cm [Bauteil 17]
2	Drahtlitze rot 15cm [Bauteil 17]
2	Drahtlitze violett 15cm [Bauteil 17]
1	Drahtlitze blau 6cm [Bauteil 17]
2	Schraube M3 / 10mm [Bauteil 18]
2	Distanzhülse 5mm [Bauteil 19]
2	Federring 3mm [Bauteil 20]

Tabelle 2

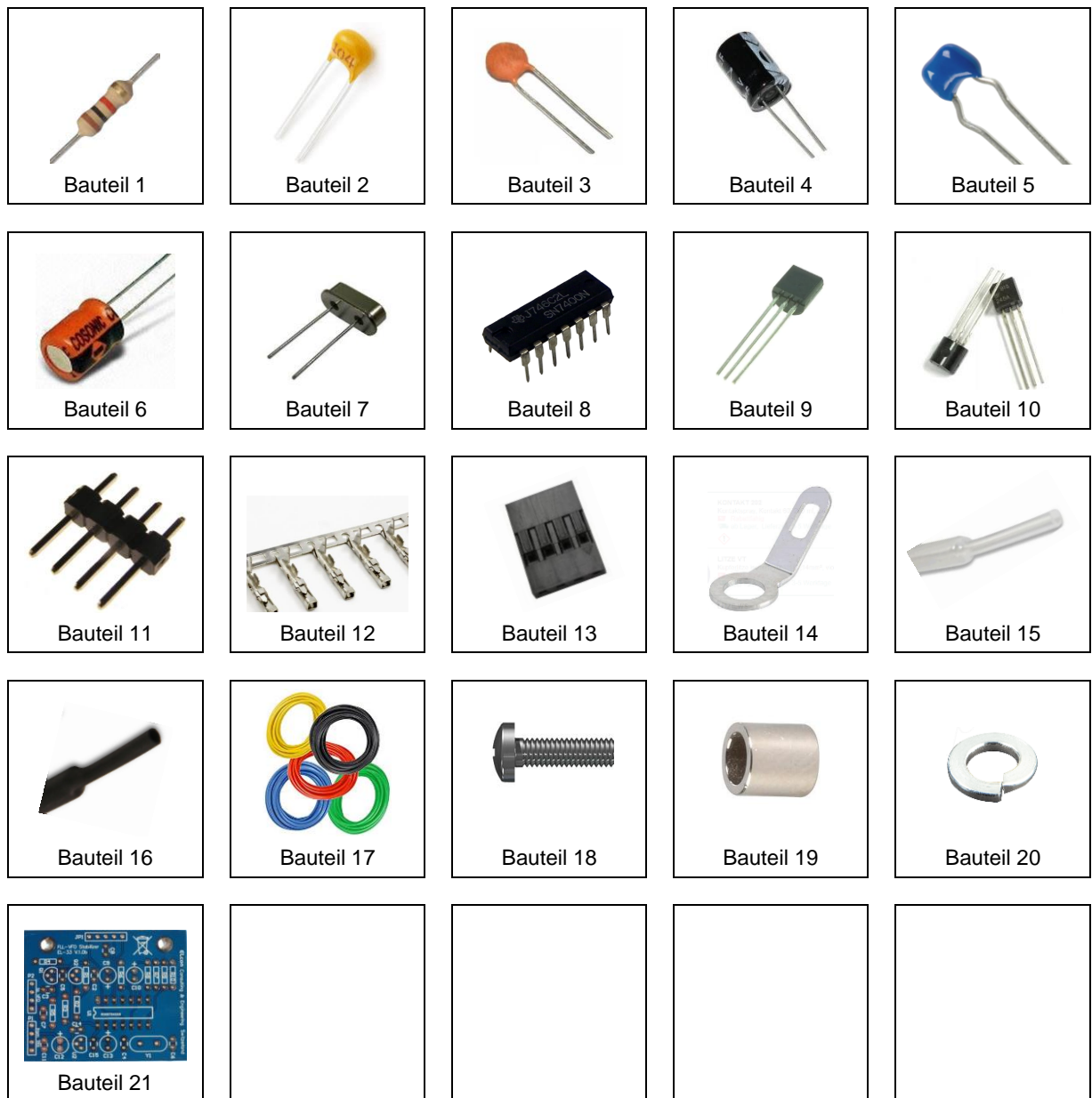


Tabelle 3

3.2 Bestücken der Platine

Die Bestückungspläne der kleinen Platine finden Sie in Kapitel 6.6 (siehe Abbildung 18).

Bestücken Sie mit Hilfe der Stückliste (Tabelle 2) die folgenden Bauelemente:

R1 bis R10, Widerstände

Y1, Quarz 8MHz → Der Quarz wird mit einem kleinen Abstand zur Platine eingelötet.



Schneiden Sie einen Papier- oder Kunststoffstreifen 4mm x 30mm (Dicke ca. 0.2mm) zu, und legen Sie diesen auf der Bauteilseite zwischen die beiden Quarz-Anschlüsse. Nach dem Löten entfernen Sie den Streifen wieder.

Q1, BF245 JFET → Einbaurichtung beachten!

Q2, BC548 NPN Transistor → Einbaurichtung beachten!

U2, IC MCP1702 LDO Spannungsregler → Einbaurichtung beachten!

C2 bis C8 und C11, C14, C15 Kondensatoren

C9, C10, C12, C13 Elektrolytkondensatoren → auf die Polarität achten! (weisser Strich = Minus, siehe Kapitel 6.6, Abbildung 18)

P1, P2 Stiftleiste 1x4 und JP1 Stiftleiste 1x5



Die Stiftleisten müssen flach auf der Platine aufliegen und senkrecht stehen.

Kontrollieren Sie alle Lötstellen sehr genau!



Ev. eine Lupe verwenden, denn bereits kleinste, ungewollte Lötbrücken können sich verhängnisvoll auswirken.

Besonders bei den Transistoren Q1 und Q2 und dem Spannungsregler U2 ist grösste Aufmerksamkeit geboten.

4 Umbau des FT-301D

4.1 Vorbereitung des FT-301D



Der mechanische Zusammenbau hat strikte nach der folgenden Reihenfolge zu geschehen, da es sonst zu Problemen kommen kann.

- Entfernen Sie den Deckel des Geräts, welcher durch vier Kunststoffnieten gesichert ist.
- Ziehen Sie das Kabel des Lautsprecheranschlusses aus.
- Stellen Sie das Gerät auf den Kopf, und entfernen Sie die 12 Schrauben und die untere Abdeckung.
- Drehen Sie das Gerät wieder um, damit die Oberseite nach oben zeigt.
- Lösen Sie die beiden Schrauben an der AM UNIT (PB1556), und ziehen Sie die Einheit aus dem Stecksockel, um mehr Platz zum Arbeiten am VFO zu bekommen.

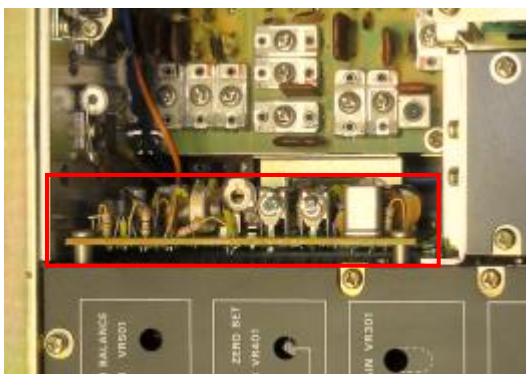


Abbildung 4

- Entfernen Sie den Klebestreifen, der hinten am VFO den 3 poligen Stecker mechanisch vor dem Herausfallen sichert (siehe Abbildung 5).

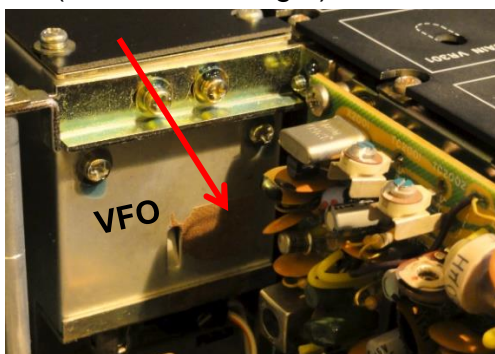


Abbildung 5

- Ziehen Sie am VFO den schwarzen, 3 poligen Stecker und schieben Sie den Stecker nach unten durch, damit Sie ihn auf der Unterseite fassen können.
- Drehen Sie das Gerät wieder um, damit die Unterseite nach oben zeigt.
- Öffnen Sie den Stecker, und entlöten Sie alle 3 Drähte.
(CLAR = blau-weiss, $+6V_{REF}$ = orange-weiss, RF-VFO = weiss)
- Entlöten Sie den weissen Draht an der COUNTER MIXER UNIT PB-1541 (Anschluss in der Mitte)

- Bereiten Sie einen 4-poligen "Dupont" Stecker (weiblich) mit 15cm langen Drähten vor (siehe in Abbildung 6). [Bauteil 12, Bauteil 13, Bauteil 17].
Pin1 = CLAR (gelb), Pin2 = +6V_{REF} (rot), Pin3 = RF (violett), Pin4 = GND (blau)

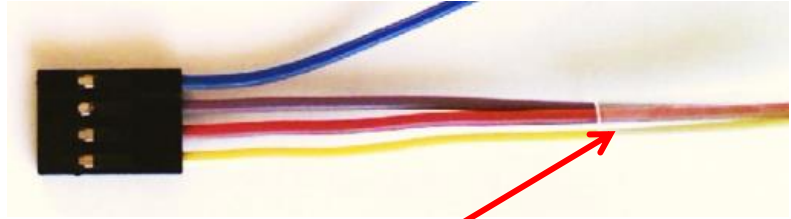


Abbildung 6

- Schieben Sie ein Stück Schrumpfschlauch (L=1cm, Ø=3mm) [Bauteil 15] über die Drähte gelb, rot und violett.
- Löten Sie die Drähte wie in Abbildung 7 gezeigt an den 3-poligen Stecker und schliessen Sie den Stecker mit der kleinen Kappe wieder. Sollten Sie nicht dieselben Drahtfarben verwenden, dann achten Sie darauf, dass die Drähte in der gleichen Reihenfolge angelötet sind.



Achtung: Die Schraube darf nicht stark angezogen werden, da sonst der Kunststoffdeckel brechen kann.

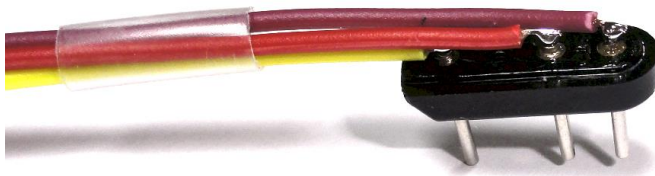
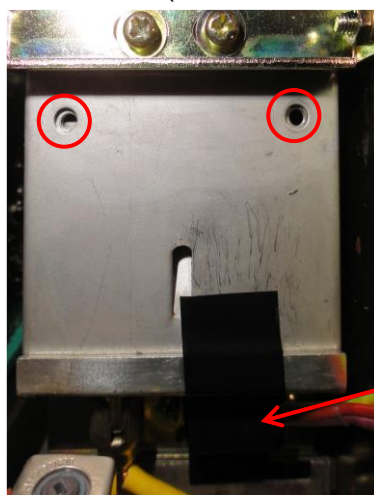


Abbildung 7

- Schrumpfen Sie den Schrumpfschlauch nahe am 3-poligen Stecker (siehe Abbildung 7)
- Stecken Sie den 3-poligen Stecker wieder am VFO ein und sichern Sie ihn mit einem Isolierband damit er nicht herausfallen kann (siehe Abbildung 8).



3-pol. Stecker gesichert

Abbildung 8

- Entfernen Sie die beiden Schrauben und die Unterlegscheiben am VFO (siehe Abbildung 8).

- Stellen Sie noch ein zweites, 15cm langes 3-poliges, Dupont-Kabel wie in Abbildung 6 her bei dem jedoch Pin 4 leer bleibt.

Pin1 = CLAR (gelb)
 Pin2 = +6V_{REF} (rot)
 Pin3 = RF (violett)
 Pin4 = leer



Abbildung 9



Das Kabel wird beim Einbau des FFL VFO-Stabilisator Moduls verwendet.

4.2 Einbau des Moduls

- Für den Einbau des FLL-VFO Stabilisator Moduls EL-33 dürfen nur die dem Bausatz beigelegten Schrauben verwendet werden, denn längere Schrauben können den Kondensator im Innern des VFO beschädigen.

- Schrauben Sie die bestückte und optisch geprüfte Platine gemäss Abbildung 11 auf Distanzhülsen [Bauteil 19]. Verwenden Sie die beiden Federringe [Bauteil 20] direkt unter dem Schraubenkopf.

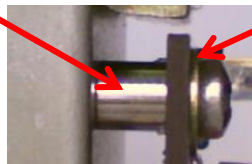


Abbildung 10

- Bei der linken Befestigungsschraube wird unter den Federring die Lötöse [Bauteil 14] für den Masseanschluss (GND) montiert.

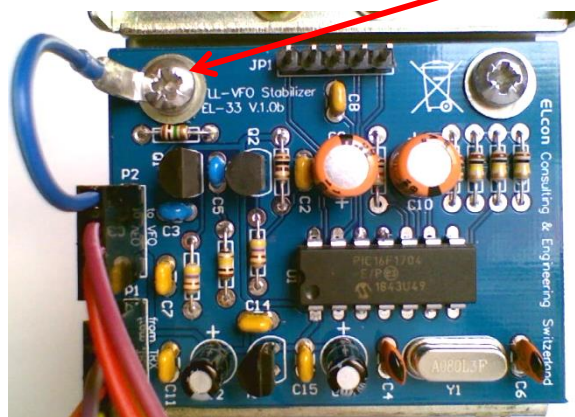


Abbildung 11

- Stecken Sie den 4 poligen Dupont-Stecker auf die Stiftleiste P2 mit Pin1 unten (Bezeichnung: "to VFO").
- Schieben Sie den Schrumpfschlauch (L=2cm, Ø=3mm) [Bauteil 15] über den blauen Draht, und löten Sie den Draht an die Lötöse.

- Schieben Sie den Schrumpfschlauch über die Lötöse, und schrumpfen Sie ihn mit Heissluft.

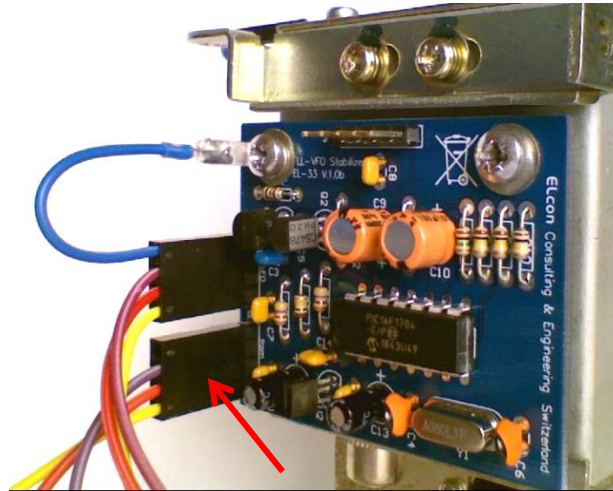


Abbildung 12

- Stecken Sie das vorbereitete 3-polige Kabel mit Dupont-Stecker auf die Stiftleiste P1 mit Pin1 unten (Bezeichnung: "from TRX").
- Schieben Sie die drei Drähte nach unten durch, damit Sie sie auf der Unterseite des Geräts fassen können.



Für die folgenden Schritte, kürzen Sie die Litzendrähte jeweils auf die passenden Längen.

- Löten Sie den violetten Draht an den Pin "RF-Input" der COUNTER MIXER UNIT PB-1541 (Anschluss in der Mitte, siehe Abbildung 13).

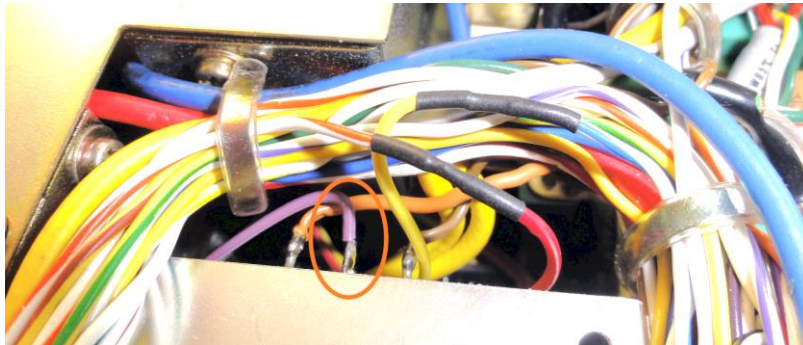


Abbildung 13



In den folgenden Schritten werden die beiden Drähte (orange-weiss und blau-weiss), welche Sie aus dem 3 poligen VFO-Stecker ausgelötet haben, mit dem FLL-VFO Stabilisator Modul verbunden

- Löten Sie die beiden Litzendrähte (rot und orange-weiss) miteinander. Verwenden Sie zur Isolation einen schwarzen Schrumpfschlauch (L=2cm, Ø=1.6mm) [Bauteil 16].
- Löten Sie die beiden Litzendrähte (gelb und blau-weiss) miteinander. Verwenden Sie zur Isolation einen schwarzen Schrumpfschlauch (L=2cm, Ø=1.6mm) [Bauteil 16].



Abbildung 14

- Stecken Sie die AM UNIT (PB-1556) wieder ein, und ziehen Sie die beiden Schrauben an.

4.3 CLAR Potentiometer Drehrichtung umkehren

Die VFO-Stabilisierung überlagert ihre Regelspannung, zur Korrektur der VFO Frequenz, der "CLARIFIER"-Spannung. Jedoch werden die Spannungen dadurch negiert, was eine Umkehrung der Drehrichtung des "CLAR" Potentiometer zur Folge hat. Dieses Manko wird mit folgender Modifikation relativ einfach korrigiert:

- Drehen Sie das Gerät so, dass die Oberseite nach oben zeigt.



Abbildung 15

- Entlöten Sie vorsichtig den blauen Draht und den 3.9kΩ Widerstand am "CLAR"-Potentiometer (siehe Abbildung 16, ① bis ③) und löten Sie diese vertauscht wieder an.

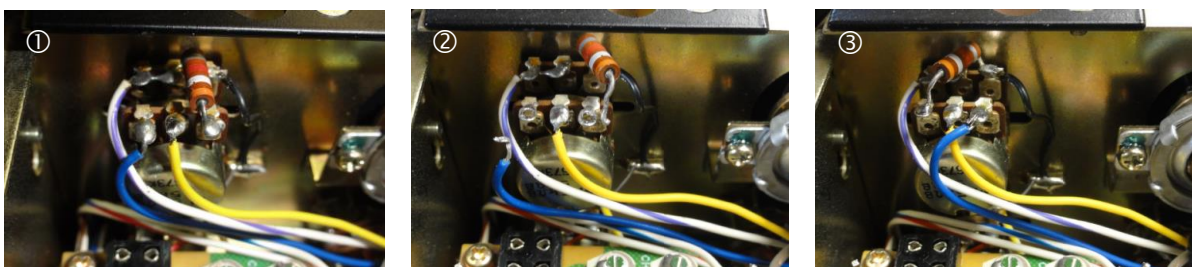


Abbildung 16

5 Betrieb

Für den Betrieb des FLL-VFO Stabilisator Modul EL-33 braucht es keine speziellen Einstellungen. Sie können den Transceiver wie gewohnt benutzen, aber der grosse Vorteil ist, dass der VFO quarzstabil arbeitet und die Drift kompensiert wird.

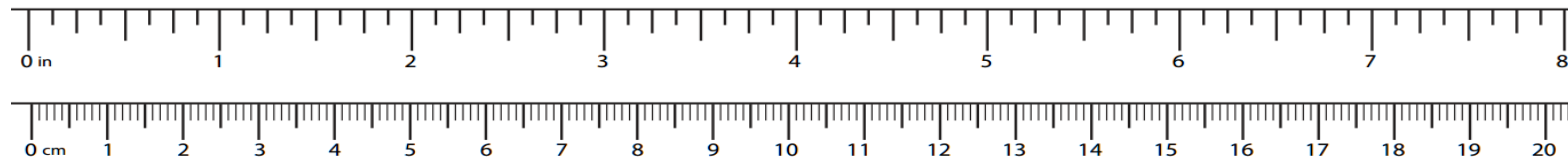
6 Anhang

6.1 Spezifikationen

Frequenz:	2 – 20MHz
Eingangsspegel:	> 100mV
Speisung:	6 bis 13V / 30mA
Abmessungen:	50(L) × 40(B) × 15(H) mm

Alle Spezifikationen können ohne weitere Mitteilung oder Verpflichtung geändert werden.

6.2 Lineale



6.3 Reparatur / Garantie

Wir haben keinen Einfluss auf den richtigen und sachgemässen Aufbau und können nur Gewähr auf Vollständigkeit und einwandfreie Beschaffenheit der Bauteile übernehmen. Garantiert wird eine den Kennwerten entsprechende Funktion der Bauelemente im nicht eingebauten Zustand und die Einhaltung der technischen Daten des Moduls bei entsprechend der Montagevorschrift fachgerechter Verarbeitung und vorgeschriebener Inbetriebnahme bzw. Anschluss und Betriebsweise. Wir übernehmen weder eine Gewähr noch irgendwelche Haftung für Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit diesem Produkt. Wir behalten uns eine Reparatur, Nachbesserung, Ersatzteillieferung oder Rückerstattung des Kaufpreises vor. Weitergehende Ansprüche sind ausgeschlossen.

Bei folgenden Kriterien erfolgt keine Reparatur bzw. besteht kein Garantieanspruch:

- wenn zum Löten säurehaltiges Lötzinn, Lötfett oder säurehaltiges Flussmittel u.ä. verwendet wurde.
- wenn der Bausatz unsachgemäss gelötet, geklebt und aufgebaut wurde.
- bei Veränderungen und Reparaturversuchen am Modul.
- bei eigenmächtiger Abänderung des Moduls oder der Schaltung.
- bei in der Konstruktion nicht vorgesehenen, unsachgemässen Auslagerungen von Bauteilen, nicht vorgesehener Freiverdrahtung etc.
- Verwendung anderer, nicht original zum Bausatz gehörender Bauteile.
- bei falscher Bestückung und Verdrahtung, sowie den sich daraus ergebenden Folgeschäden.
- bei Schäden durch Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung bzw. des Schemas und Bestückungsplans.
- bei Anschluss an eine falsche Spannung bzw. Stromart oder Falschpolung des Moduls.
- bei Fehlbedienung oder Schäden durch fahrlässige Behandlung oder Missbrauch.
- bei Defekten, die durch überbrückte Sicherungen oder durch den Einsatz falscher Sicherungen entstehen.

In allen Fällen erfolgen die Transportkosten des Bausatzes zu Ihren Lasten.

6.4 Haftung

Handlungen basierend auf den in diesem Dokument gemachten Angaben, geschehen auf eigene Verantwortung. es wird jegliche Haftung ausgeschlossen, sowohl für direkte wie auch für indirekte Schäden und Folgeschäden, welche im Zusammenhang mit der Verwendung der Informationen dieses Dokuments entstehen können.

